

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-302855

(43)Date of publication of application : 16.11.1993

(51)Int.Cl. G01J 5/48
// H04N 5/33

(21)Application number : 04-109998

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 28.04.1992

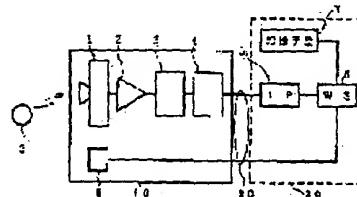
(72)Inventor : YONETANI YUTAKA
OMOTE TATSUYUKI
TANAKA KEIJI
TAKAHASHI MASAKI
WAKE TETSUO

(54) HEAT-SOURCE MONITORING APPARATUS, TEMPERATURE MEASURING METHOD AND HEAT-SOURCE MONITORING ROBOT SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To make it possible to measure the temperature of a heat source based on the output signal of an image, which is sensed with a compact infrared camera.

CONSTITUTION: The output voltage signal from an infrared sensor 1 is amplified with a DC amplifier circuit 2. The signal is converted into an image signal with a video circuit 4. The image signal outputted from the video circuit 4 is inputted into an image processing means 5 of a data processing device 30 through communication lines 20. The signal is converted into the luminance value. In a memory means 7, the luminance value data, which are obtained from the output value that is obtained when a reference heat source is obtained in correspondence with the ambient temperature of the infrared sensor element 1 beforehand, are stored. The stored data in the memory means 7 are retrieved with the detected value of the ambient temperature of the infrared sensor 1 sent from a temperature detecting means 8 of an infrared camera 10 and the luminance value obtained with the image processing means 5. Thus, the surface temperature of a heat source to be measured 9 is obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.11.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2919665

[Date of registration] 23.04.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-302855

(43)公開日 平成5年(1993)11月16日

(51)Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 1 J 5/48

A 8909-2G

// H 0 4 N 5/33

審査請求 未請求 請求項の数11(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-109998

(22)出願日 平成4年(1992)4月28日

(71)出願人 00005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 米谷 豊

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会
社日立製作所日立工場内

(72)発明者 表 龍之

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会
社日立製作所日立工場内

(72)発明者 田中 敬二

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会
社日立製作所日立工場内

(74)代理人 弁理士 秋本 正実

最終頁に続く

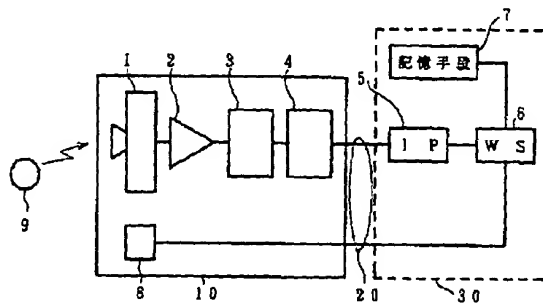
(54)【発明の名称】 熱源監視装置と温度計測方法並びに熱源監視ロボットシステム

(57)【要約】

【目的】 小型赤外線カメラの出力信号により撮像した熱源の温度計測を可能にする。

【構成】 赤外線センサ素子1の出力電圧信号を、直流増幅回路2により増幅し、ビデオ回路4により映像信号に変換する。ビデオ回路4から出力される映像信号を、通信回線20を介してデータ処理装置30の画像処理手段5に取込み、輝度値に変換する。記憶手段7には、予め、赤外線センサ素子1の周囲温度に対応する基準熱源計測時に得られる出力値から求めた輝度値データが格納されており、赤外線カメラ10の温度検出手段8から送られてくる赤外線センサ1の周辺温度検出値と、前記画像処理手段5で求めた輝度値とで前記記憶手段7の格納データを検索し、被測定熱源9の表面温度を求める。

[図 1]



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体から放射される赤外線を検出する赤外線センサと該赤外線センサの周囲温度を検出する温度センサと前記赤外線センサの出力を増幅する直流増幅回路と該直流増幅回路の出力信号をビデオ信号に変換するビデオ回路を備える赤外線カメラと、該赤外線カメラに通信回線を介して接続されるデータ処理装置であって、前記通信回線を介して受信した前記ビデオ信号を輝度信号に変換する画像処理手段と、予め前記赤外線センサの周囲温度変化に依存する出力値を周囲温度対応にテーブルデータとして記憶した記憶手段と、前記通信回線を介して受信した前記温度センサの検出信号と前記輝度信号とにより前記テーブルデータを検索し対応する温度計測値を出力するテーブルデータ検索手段とを備えるデータ処理装置とで構成することを特徴とする熱源監視装置。

【請求項2】 請求項1において、直流増幅器の代わりに、赤外線センサ出力をオンオフする電子チョッパ手段と、該電子チョッパ手段の出力を増幅する交流増幅器とを用いたことを特徴とする熱源監視装置。

【請求項3】 請求項1において、通信回線の代わりに記憶装置を用い、赤外線センサの出力を赤外線カメラ近傍に置いた前記記憶装置に格納し、撮像後にこの記憶装置をデータ処理装置の設置箇所に移動させてから格納データに基づいて被検査体の温度計測を行うことを特徴とする熱源監視装置。

【請求項4】 通信回線または記憶装置を介して他所のデータ処理装置に接続される赤外線カメラにおいて、物体から放射される赤外線を検出する赤外線センサと、該赤外線センサの周囲温度を検出する温度センサと、前記赤外線センサの出力を増幅する直流増幅回路と、該直流増幅回路の出力信号をビデオ信号に変換するビデオ回路とを備え、該ビデオ回路出力と前記温度センサ検出信号を前記通信回線または前記記憶装置に出力する手段とを備えることを特徴とする赤外線カメラ。

【請求項5】 請求項4において、直流増幅器の代わりに、赤外線センサ出力をオンオフする電子チョッパ手段と、該電子チョッパ手段の出力を増幅する交流増幅器とを用いたことを特徴とする赤外線カメラ。

【請求項6】 請求項4または請求項5に記載した赤外線カメラに通信回線または記憶装置を介して接続されるデータ処理装置であって、前記通信回線または記憶装置を介して受信した前記ビデオ信号を輝度信号に変換する画像処理手段と、予め前記赤外線センサの周囲温度変化に依存する出力値を周囲温度対応にテーブルデータとして記憶した記憶手段と、前記通信回線を介して受信した前記温度センサの検出信号と前記輝度信号とにより前記テーブルデータを検索し対応する温度計測値を出力するテーブルデータ検索手段とを備えることを特徴とするデータ処理装置。

【請求項7】 請求項4または請求項5記載の赤外線カ

メラから出力されるビデオ信号と温度検出信号により該赤外線カメラの撮像した熱源の温度を計測する温度計測方法において、前記ビデオ信号を輝度信号に変換し、前記赤外線カメラに使用されている赤外線センサの周囲温度変化に依存する出力値を予め周囲温度対応にテーブルデータとしてメモリに記憶しておき、前記温度センサ検出信号と前記輝度信号とにより前記テーブルデータを検索し対応する温度計測値を求めることを特徴とする温度計測方法。

10 【請求項8】 熱源監視領域に敷設した軌道と、該軌道上を請求項4または請求項5記載の赤外線カメラを移動させる移動手段と、熱源監視領域とは別所に設置された請求項6記載のデータ処理装置と、前記赤外線カメラと該データ処理装置とを接続する通信回線とを備えることを特徴とする熱源監視ロボットシステム。

【請求項9】 請求項8において、移動手段は遠隔操作により赤外線カメラの移動位置、姿勢を行う手段を備えることを特徴とする熱源監視ロボットシステム。

20 【請求項10】 赤外線カメラに使用されている赤外線センサの周囲温度変化に依存する出力値を予め周囲温度対応にテーブルデータとして記憶しており、赤外線センサ周囲温度検出値と該赤外線センサ出力値とが入力されたとき両入力に基づいて前記テーブルデータを検索し対応する温度値を出力する電子装置。

【請求項11】 請求項1において、テーブルデータ検索手段は、該当する周囲温度検出値のデータがテーブルにないときはテーブルに格納されているデータを補間演算して該当周囲温度検出値に対応するデータを求めることを特徴とする熱源監視装置。

30 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は赤外線カメラを用いた熱源監視装置に係り、特に、簡易な赤外線カメラの撮像画像から被写体の温度を計測するのに好適な熱源監視装置に関する。

【0002】

【従来の技術】赤外線センサ素子を用いて熱源の温度計測を行う装置として、例えば、特開平3-82988号公報記載の「赤外線放出物体センサ装置」がある。この従来装置では、赤外線センサ素子の検出信号を、センサ周囲温度を検出する温度センサの検出信号で補正し、熱源の温度を計測するようになっている。赤外線センサ素子の出力信号は、周囲温度に依存して変動するため、温度補正を行わないと、正確な温度を計測できないためである。この従来技術で行う温度補正は、特定の補正式を用いて演算により行っている。また、特公表62-503119号公報記載の従来技術では、赤外線センサ素子の出力値と、被検体温度と、周囲温度との関係式に現れる係数値を既知の赤外線センサ素子出力値、被検体温度値、周囲温度値から求めておき、この関係式に、測定し

た赤外線センサ素子出力値と周囲温度値を代入して、被検体温度を演算により求めている。

【0003】上述した従来技術のように、関係式や補正式を用いて演算により熱源の温度を求める場合、高性能の演算処理装置を用いないと、リアルタイムに変化する熱源温度の変化まで計測することはできず、また、使用する赤外線センサ素子の性能も高性能のものを使用しなければならず、装置の製造コストが高むという問題がある。

【0004】温度の校正を演算により求めるのではなく、温度計測装置内部に基準となる熱源を持ち、この熱源温度を赤外線センサ素子で計測した値と、測定対象の熱源の測定値とを比較することで、測定対象の熱源温度を精度良く求める装置もある。また、温度計測装置全体を恒温に保つための装置を備え、赤外線センサ素子の周囲温度が一定となるようにしたものもある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来技術に係る温度計測装置は、最初から温度計測を目的としているため、他の要件についてあまり配慮していない。このため、装置が大型化してしまい使い勝手が悪いという問題がある。例えば、原子力発電プラント等の放射線危険領域に配置された構造物の温度を計測する場合、ロボットシステムでこの温度計測装置を運搬して計測することになるが、温度計測装置自体が大型装置であるため、目的場所までの運搬が困難であり、運搬用の軌道敷設も容易でないという問題がある。また、高性能の演算処理装置は、集積度が高いために放射線により僅かな損傷を受けただけでもシステムダウンしてしまう虞が高いという問題もある。

【0006】そこで、従来からあるビューアタイプと呼ばれる熱源の有無のみを監視する簡易構造の小型赤外線カメラのみを監視地域に運搬し、熱源画像を通信手段にて別所に配置したワークステーションに取り込んで処理する構成とするのが好ましいが、どのようにして熱源温度まで計測できるようにするかを解決しなければならない。また、このビューアタイプの赤外線カメラは、図8に示す様に、温度の異なる2枚のヒータ51a, 51bを撮像したとき、各ヒータ51a, 51bを別々なヒータとして識別できるように、図9に示す様に、カメラ出力を交流増幅器52で増幅し、輪郭のみが強調された画像54が出力されるように工夫されている。つまり、熱源中心の撮像画像の輝度が低下して出力されるため、このままでは温度を計測することができないという問題がある。

【0007】本発明の目的は、ビューアタイプの赤外線カメラを使用して熱源温度を精度良く検出することのできる熱源監視装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的は、物体から放

射される赤外線を検出する赤外線センサと該赤外線センサの周囲温度を検出する温度センサと前記赤外線センサの出力を増幅する直流増幅回路と該直流増幅回路の出力信号をビデオ信号に変換するビデオ回路を備える赤外線カメラと、該赤外線カメラに通信回線を介して接続されるデータ処理装置であって、前記通信回線を介して受信した前記ビデオ信号を輝度信号に変換する画像処理手段と、予め前記赤外線センサの周囲温度変化に依存する出力値を周囲温度対応にテーブルデータとして記憶した記憶手段と、前記通信回線を介して受信した前記温度センサの検出信号と前記輝度信号とにより前記テーブルデータを検索し対応する温度計測値を出力するテーブルデータ検索手段とを備えるデータ処理装置とを設けることで、達成される。

【0009】

【作用】赤外線センサの出力値を交流増幅器ではなく直流増幅器で増幅するため、輪郭線のみが強調されたビデオ信号とはならず、直流増幅器の出力信号から得られた輝度信号は、熱源に対応した信号となる。そして、予め用意したテーブルデータを検索することで熱源温度を求めるため、高速処理にて温度計測値が得られる。しかも、赤外線カメラ自体は小型化で済む。

【0010】

【実施例】以下に、本発明の一実施例を図面を参照して説明する。図1は、本発明の一実施例に係る熱源監視装置の構成図である。この熱源監視装置は、赤外線カメラ10と、無線あるいは有線の通信回線20と、データ処理装置30からなる。赤外線カメラ10において、赤外線センサ素子1の出力電圧信号は、直流増幅回路2により増幅され、整流器3を通り、ビデオ回路4により映像信号に変換される。また、赤外線カメラ10には赤外線センサ素子1の周囲温度を検出する温度センサ8が設けられており、この温度検出値と、前記の映像信号とが、通信回線20に出力される。

【0011】データ処理装置30では、前記通信回線20を通して受信されたビデオ信号が、画像処理手段5により、画像の濃淡を示す輝度値に変換される。この輝度値は、赤外線センサ素子1の出力電圧により変化する。画像処理装置5により輝度値へ変更された信号は、赤外線センサ素子1の周辺温度を検出する温度検出手段8からのデータと共に検索手段として機能する演算処理装置6へ取込まれ、記憶手段7に予め記憶されているデータベースを検索し、被測定熱源9の表面温度を出力する。

【0012】記憶手段7に予め記憶されているデータベースの基本構成は、図2に示す様に、テーブルデータである。このテーブルデータのグラフ41aは、赤外線センサ素子1の周囲温度をTに保持し、温度Ta~Tbの範囲の基準温度を赤外線センサ素子1で検出したときに得られた出力値から求めた輝度の変化を前記温度Ta~Tb対応にプロットしたものである。グラフ41bは周

囲温度を T_1 にしたときグラフであり、41c, 41dは、周囲温度を T_1 , T_2 にしたときのグラフである。記憶手段7に予め記憶されているデータベースには、図2に示される黒丸の点が記憶されている。

【0013】このデータベースに基づいて、被測定熱源9の表面温度を算出する手順を説明する。

(1) 赤外線センサ素子1の周囲温度を温度測定手段8により測定し、演算処理装置6へ入力する(仮にその値が $T^\circ\text{C}$ だったとする。)

(2) 記憶手段7に予め記憶されているデータベースから赤外線センサ素子1の周囲温度 $T^\circ\text{C}$ に最も近い周囲温度 T_1 , T_2 を求める。

(3) その温度比 $T_1:T_2$ を算出する。

(4) この比率に従って、赤外線センサ素子1の周囲温度 T_1 の場合のグラフ41bと、周囲温度 T_2 の場合のグラフ41c上の黒丸から、図2に示す白丸を補間演算により算出する。

(5) 算出した白丸の値をむすび、赤外線センサ素子1の周囲温度 $T^\circ\text{C}$ の場合のグラフ42を算出する。

(6) 赤外線センサ素子1の出力をビデオ回路4により映像信号へ変換し、画像処理装置5に取込み輝度値へ変換する(この場合輝度値はNである。)

(7) 画像処理装置5により変換された輝度値Nを演算処理装置6へ取込む。

(8) 赤外線センサ素子1の周囲温度Tから算出されたグラフ42において、輝度値Nに対応する温度 $t^\circ\text{C}$ を求める。

【0014】このような手順により測定温度を算出することで、赤外線センサ素子1の周囲温度の変化による特性変化を補正し、被測定熱源9の表面温度を精度良く求める。

【0015】本実施例では、図1に示す赤外線カメラ10内の構成部品において、赤外線センサ素子1の周囲温度の変化による特性変化を補正するための構成が赤外線センサ素子1の周囲温度を検出するための温度検出手段8だけで済むので、赤外線カメラ10を大幅に小型化することが可能となる。加えて、赤外線カメラ10からデータ処理装置30に送信する信号は映像信号を用いるので、有線、無線を問わず、長距離電送が可能となる。

【0016】図3に示すように、赤外線センサ素子としてアレイセンサ11を使用した場合、複数個あるセンサ素子それぞれについて、記憶手段7に前記のデータベースを準備し、これに基づいて個々のセンサ素子の出力特性のバラツキを自動的に補正する。また、定期的に基準熱源を用い、記憶手段7に記憶してあるデータベースを更新していくことで、赤外線センサ素子1またはアレイセンサ11の経年劣化に対しても、対応可能となる。

【0017】前述のように小型化された赤外線カメラ10を、図4に示すように、雲台機構31を持つ移動式点検車輛32a, 32bに搭載し、走行レール35に沿っ

た移動を可能とする。この時、赤外線カメラ10が小型なため、移動式熱源監視装置の移動部分も小型なものとしてでき、狭隘な空間へ搬送することが可能となる。走行レール35及び移動式点検車輛32を地上に設置して、熱源温度を計測することも可能であるのは当然である。また、移動式点検車輛32a, 32bに搭載するのではなく、雲台機構31を固定設置とし、雲台機構31の周囲のみの温度測定に用いることも可能である。

【0018】図5に示すように、小型化された赤外線カメラ10の映像信号を記憶可能な一時記憶装置35へ接続してこれに記憶させ、この記憶装置35を画像処理装置5、演算処理手段6の設置箇所に運んでから、記憶内容を画像処理装置5、演算処理手段6で処理して、温度計測する構成でもよい。この様な構成とすることで、赤外線カメラ10をデータ処理装置30(画像処理装置5、演算処理手段6)から完全に分離して使用することが可能となり、携帯性に優れた赤外線カメラとして使用することが可能となる。

【0019】前述したように、図1に示す赤外線カメラ10内の構成部品において、赤外線センサ素子1の周囲温度の変化による特性変化を補正するための構成が、赤外線センサ素子1の周囲温度を検出するための温度検出手段8だけであり、被測定熱源9の温度を求める機能を別置きとしているため、もともと温度測定機能を持たないビューアタイプの赤外線カメラを改造、流用し、赤外線センサ素子1の周囲温度を検出するための温度検出手段8を追加し、ビューアタイプの赤外線カメラからのビデオ信号出力を画像処理装置5、演算処理装置6へ取込むことで、温度測定を可能とするシステムへ変更することができる。

【0020】図8に示すように、もともと温度測定機能を持たないビューアタイプの赤外線カメラ50により、互いに温度差のある熱板ヒータ51a, 51bの温度を測定しようすると、図9のように、ビューアタイプの赤外線カメラ50の赤外線センサ素子1の出力増幅回路が交流増幅回路52であるため、赤外線カメラ50からのビデオ信号出力54は、輪郭線のみが強調された形となるため、温度測定は無理である。しかし、図7に示すように、ビューアタイプの赤外線カメラ50の赤外線センサ素子1の出力増幅回路を、直流増幅回路2に変更することで、赤外線カメラ50からのビデオ信号出力54は、ヒータ表面全面で同一輝度となり、温度測定が可能となる。また、図6のように、ビューアタイプの赤外線カメラ50の赤外線センサ素子1の出力増幅回路が交流増幅回路52であっても、電子チョッピング55を追加することで、赤外線カメラ50からのビデオ信号出力54は、同一レベルの輝度値を示す形となり、温度測定が可能となる。

【0021】以上述べた実施例によれば、

(1) 赤外線センサ素子からの出力を映像信号として出

力することで、赤外線センサ素子の周囲温度の変化による感度変化やドリフトなどの出力特性の変化を防止でき、これを補償する回路や機構が必要ないので、赤外線カメラの大幅な小型化が図れる。

【0022】(2) 赤外線カメラとデータ処理装置(画像処理手段、記憶手段、演算処理手段)を分けて使用することが可能となり、例えば、赤外線カメラのみを移動機構に搭載して遠隔操作することが可能となる。

【0023】(3) 赤外線センサ素子にアレイセンサを使用した場合にも、個々のアレイセンサについての出力特性を自動的に補正することができ、より正確な温度測定が可能となる。

【0024】

【発明の効果】本発明によれば、小型の装置で且つ高性能な処理装置を使用せずに高速に温度計測が可能になるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係る熱源監視装置の構成図である。

【図2】ドリフト補正用データベース(テーブルデー

タ)の構成図である。

【図3】アレイセンサの説明図である。

【図4】赤外線カメラの移動装置への応用例の構成図である。

【図5】一時記憶装置を使用した熱源監視装置の説明図である。

【図6】赤外線センサ出力を電子チョッピングして交流増幅したときのビデオ信号波形図である。

【図7】赤外線センサ出力を直流増幅したときのビデオ信号波形図である。

【図8】温度差のある2枚のヒータ板の撮像例を示す図である。

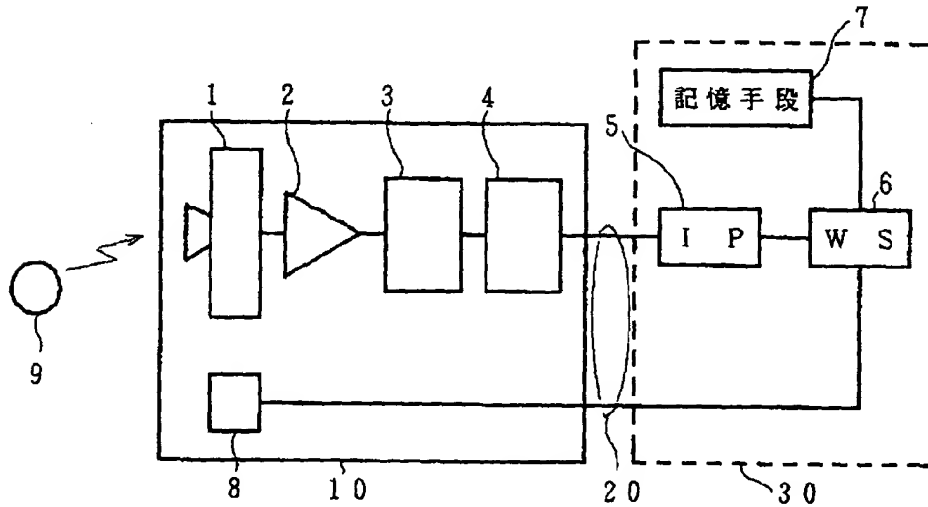
【図9】赤外線センサ出力を交流増幅したときのビデオ信号波形図である。

【符号の説明】

1…赤外線センサ、2…増幅回路、3…整流器、4…ビデオ回路、5…画像処理手段、6…演算処理手段、7…記憶手段(テーブルデータ格納用)、8…温度検出手段、9…被測定熱源、10…赤外線カメラ、20…通信回路、30…データ処理装置、35…一時記憶装置。

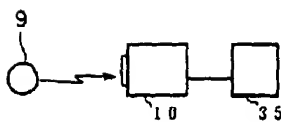
【図1】

[図 1]



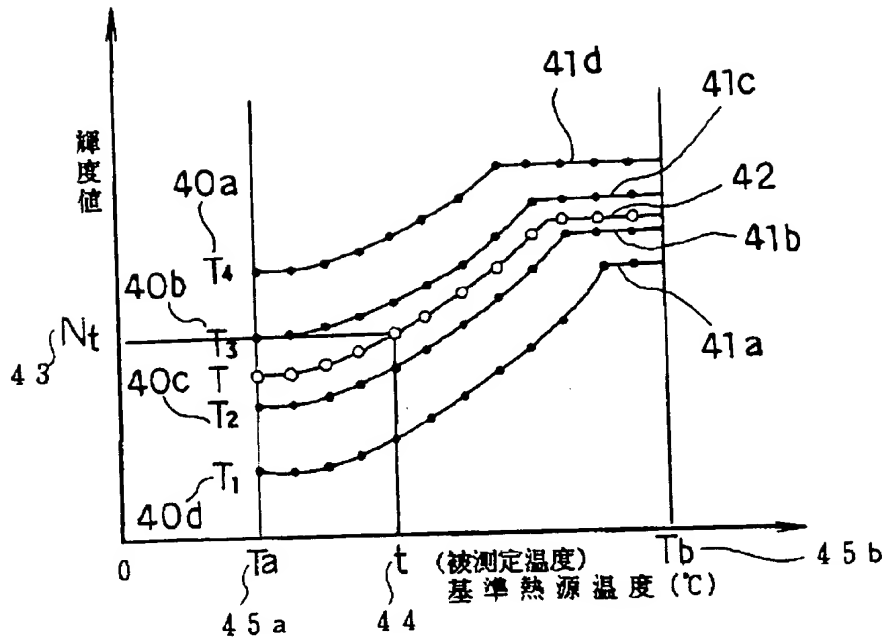
【図5】

[図 5]



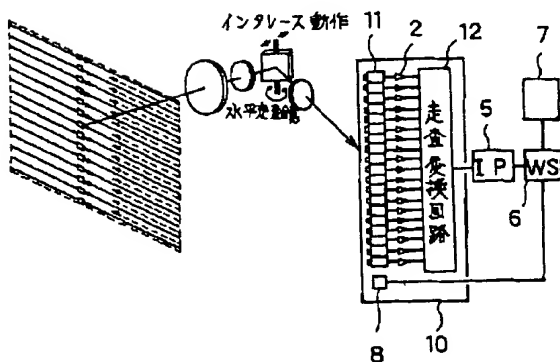
【図2】

[図 2]



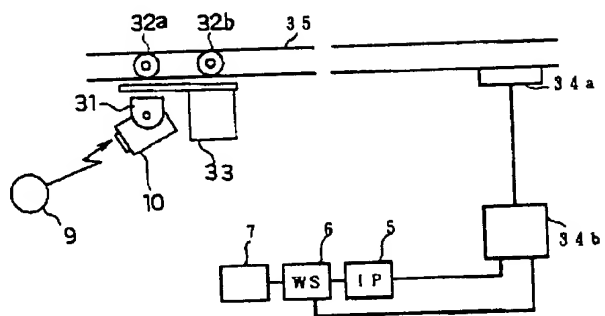
【図3】

[図 3]



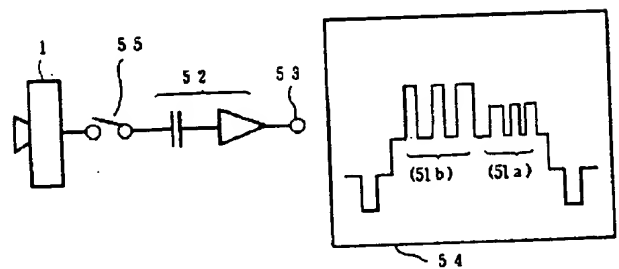
【図4】

[図 4]



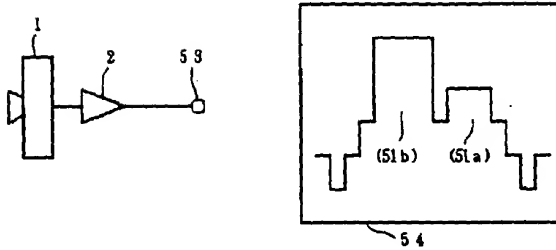
【図6】

[図 6]



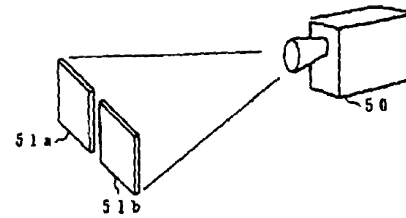
【図7】

[図 7]



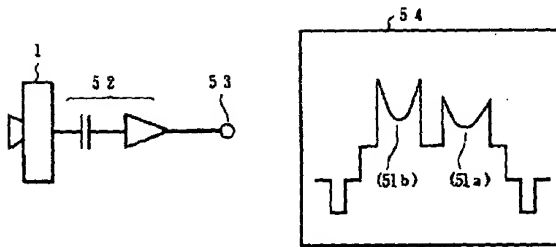
【図8】

[図 8]



【図9】

[図 9]



フロントページの続き

(72)発明者 高橋 正樹
茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会
社日立製作所日立工場内

(72)発明者 和気 哲郎
茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会
社日立製作所日立工場内